



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 198 17 497 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 02 N 11/00  
F 02 N 17/08

②1 Aktenzeichen: 198 17 497.7  
②2 Anmeldetag: 20. 4. 98  
④3 Offenlegungstag: 28. 10. 99

DE 198 17 497 A 1

⑦1 Anmelder:  
ISAD Electronic Systems GmbH & Co. KG, 50733  
Köln, DE; Bayerische Motoren Werke AG, 80809  
München, DE

⑦4 Vertreter:  
Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

⑦2 Erfinder:  
Pels, Thomas, 51491 Overath, DE; Roskopf, Franz,  
81476 München, DE

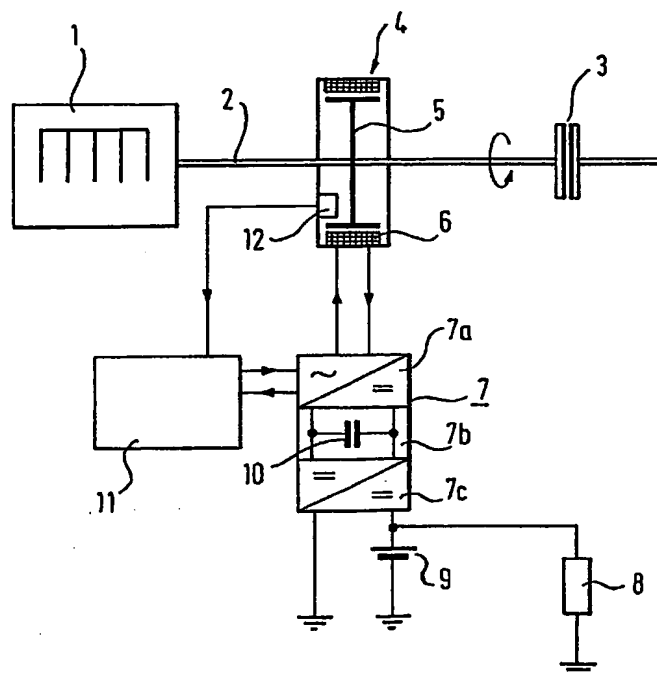
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE-AS 10 36 578  
DE 44 06 481 A1  
EP 05 69 347 A2  
WO 91 16 538

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Startersystem zum Starten eines Verbrennungsmotors

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors und ein entsprechendes Startersystem, wobei die Kurbelwelle (4) des Verbrennungsmotors (1) mindestens auf eine zum Anspringen des Verbrennungsmotors (1) notwendige Startdrehzahl beschleunigt wird. Dabei wird vor dem eigentlichen Startvorgang die Kurbelwelle (2) mit Hilfe der elektrischen Maschine (4) für den Startvorgang in einen vorgegebenen Kurbelwinkel gebracht und der Startvorgang von diesem Kurbelwinkel aus begonnen.



DE 198 17 497 A 1

zur Erfassung des Kurbelwinkels ausgestattet, kann der Startwinkel-Einstellvorgang und damit die Startzeit auch dadurch verkürzt werden, daß der Startwinkel im Bereich unmittelbar vor der Bezugsmarke der Drehwinkelsensorik gewählt wird. Die Drehwinkel-Erfassung kann dann ohne Verzögerung gleich zu Beginn des Startvorgangs durchgeführt werden.

Wenn das Starten ohne jede Verzögerung erfolgen kann, so dient dies auch der Verkehrssicherheit und erhöht den Bedienungskomfort z. B. von Kraftfahrzeugen. Ferner ist die zum Anspringen eines Verbrennungsmotors insgesamt benötigte Energiemenge dabei geringer, was vorteilhaft eine kleinere Dimensionierung des Starterenergiespeichers erlaubt.

Die bisherige Darstellung der Erfindung gilt für Einzylinder- und Mehrzylindermotoren gleichermaßen, wenn man die Auswahl des Kurbelwellen-Startwinkels auf denjenigen Zylinder eines Mehrzylindermotors abstimmt, welcher zuerst gezündet wird. In der Regel ist die Reihenfolge, in der die Zylinder nacheinander zünden, vorgegeben. Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist aber auch eine Variante denkbar, bei welcher zumindest bei der Auswahl des zuerst gezündeten Zylinders von einer vorgegebenen Zündfolge abgewichen wird und ein bestimmter Zylinder für die erste Zündung in Abhängigkeit des einzustellenden Startwinkels der Kurbelwelle ausgewählt wird.

Bevorzugt wird der Verbrennungsmotor bereits beim Ausschalten bzw. kurz nach dem Ausschalten der Zündung des Verbrennungsmotors mit Hilfe der im Antriebsstrang angeordneten elektrischen Maschine selbsttätig in eine für den nächsten Start günstigen Startwinkel gebracht, z. B. indem die elektrische Maschine auf die Kurbelwelle des auslaufenden Verbrennungsmotors bremsend oder beschleunigend einwirkt. Alternativ dazu wird der gewünschte Startwinkel erst kurz vor Beginn des Startvorgangs selbsttätig eingestellt, z. B. indem die elektrische Maschine die Kurbelwelle des stillstehenden Verbrennungsmotors in den gewünschten Startwinkel vorwärts oder rückwärts dreht. Damit ist ein unerwünschtes "Verstellens" des einmal eingestellten Startwinkels in der Zeit zwischen dem Einstellvorgang und dem Startvorgang ausgeschlossen.

Besonders bevorzugt wird in Verbindung mit der letztgenannten Verfahrensvariante die zum Starterbetrieb erforderliche Energie zumindest teilweise einem Kondensatorspeicher entnommen. Die Aufladung des Kondensatorspeichers kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, daß der Kondensatorspeicher erst jeweils vor dem Starten aus einer Starterbatterie aufgeladen wird. Erfindungsgemäß wird das den Einstellvorgang des Kurbelwellen-Startwinkels auslösende Signal gleichzeitig als Signal zum Aufladen des Kondensatorspeichers aus der Starterbatterie verwendet. Das Starten des Verbrennungsmotors kann dann ohne jede Wartezeit erfolgen.

Für die Einstellung des Startwinkels der Kurbelwelle wird der momentane Kurbelwinkel ermittelt, in der Steuerungseinrichtung mit dem Wert des vorgegebenen Kurbelwellen-Startwinkels verglichen und eine etwaige Änderung des Kurbelwinkels nochmals überwacht wird. Hierfür verwendet man bevorzugt eine in der elektrischen Maschine integrierte Winkel-Erfassung. Besonders bevorzugt ist dem Rotor der elektrischen Maschine ein geeigneter Drehwinkelsensor, z. B. ein induktiver oder optischer Drehwinkelgeber, zugeordnet. Der Drehwinkel der elektrischen Maschine kann aber auch aus dem magnetischen Rückfluß des Rotors im Stator der elektrischen Maschine ermittelt werden. Da der Rotor der elektrischen Maschine entweder direkt oder über eine Übersetzung mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors verbunden ist, ergibt sich der Kurbelwinkel unmittel-

telbar oder durch einfache Umrechnung unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses.

Für das erfindungsgemäße Startersystem eignet sich grundsätzlich jede Art elektrischer Maschine, ob Gleichstrom-, Wechselstrom-, Drehstromasynchron-, oder Drehstromsynchronmaschine, die in der Lage ist, die notwendigen Momente aufzubringen und gewünschte Kurbelwinkel-Einstellung präzise durchzuführen. Bevorzugt ist die elektrische Maschine des erfindungsgemäßen Startersystems eine als Starter/Generator fungierende elektrische Maschine, die bevorzugt permanent mit dem Verbrennungsmotor mitläuft. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der elektrischen Maschine des erfindungsgemäßen Startersystems um eine wechselrichter-gesteuerte Drehfeldmaschine. Unter "Drehfeldmaschine" wird eine Maschine verstanden, in der ein magnetisches Drehfeld auftritt, das um  $360^\circ$  umläuft und dabei den Läufer mitnimmt. Der Wechselrichter empfängt die Signale aus der Steuerungseinrichtung und stellt Wechselströme mit frei einstellbarer Frequenz, Amplitude und Phase bereit. Eine solche Anordnung ist zum Aufbringen hoher Momente in beide Drehrichtungen der Kurbelwelle hervorragend geeignet.

Ausgestaltungen und Merkmale, die vorstehend oder nachfolgend im Zusammenhang mit dem Verfahren geschildert werden, gelten selbstverständlich auch als im Zusammenhang mit dem entsprechenden Startersystem offenbart (und umgekehrt).

Weitere Vorteile, Merkmale und Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand von Ausführungsbeispielen und den angefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Startersystems mit einem Verbrennungsmotor;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm zur Darstellung des Motordrehzahlverlaufs in Abhängigkeit des Kurbelwinkels eines Viertaktverbrennungsmotors;

Fig. 3 ein Flußdiagramm einer ersten Verfahrensvariante zum Starten eines Verbrennungsmotors; und

Fig. 4 ein Flußdiagramm einer zweiten Verfahrensvariante zum Starten eines Verbrennungsmotors.

Das Startersystem gemäß Fig. 1 ist z. B. für ein Kraftfahrzeug, etwa einen Personenkraftwagen bestimmt. Es weist einen nach dem Viertaktverfahren arbeitenden Vierzylinder-verbrennungsmotor 1 auf, der Drehmomente über eine Kurbelwelle 2, eine Kupplung 3 und weitere (nicht gezeigte) Teile eines Antriebsstranges auf die Antriebsräder des Kraftfahrzeuges abgibt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist unmittelbar auf der Kurbelwelle 2 eine als Starter/Generator dienende elektrische Maschine 4, hier eine Asynchron-Drehstrommaschine, angeordnet. Sie weist einen direkt auf der Kurbelwelle 2 sitzenden und drehfest mit ihr verbundenen Rotor 5, sowie einen z. B. am Gehäuse des Verbrennungsmotors 1 abgestützten Stator 6 auf. Eine solche elektrische Maschine besitzt ein hohes Losbrechmoment für den Starterbetrieb.

Bei anderen (nicht gezeigten) Ausführungsformen ist der Rotor einer elektrischen Maschine, z. B. eines Gleichstrom-Reihenschlußmotors, über ein Übersetzungsgetriebe mit der Kurbelwelle 2 gekoppelt, ggf. über ein zwischengeschaltetes Einspurgetriebe.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 wird die (nicht dargestellte) Wicklung des Stators 6 der elektrischen Maschine 4 durch einen Wechselrichter 7 mit elektrischen Wechselströmen bzw. -spannungen praktisch frei einstellbarer Amplitude, Phase und Frequenz gespeist. Es handelt sich bevorzugt um einen Gleichspannungs-Zwischenkreis-Wechselrichter, der im wesentlichen aus einem maschinenseitigen Gleichspannungs-Wechselspannungsrichter 7a, einem

Aufladungspegel des Kondensatorspeichers 10 kann auch in Abhängigkeit der Motor- und/oder Außentemperatur gewählt werden. Die darauffolgenden Schritte S3 bis S7 entsprechen dann im wesentlichen den Schritten S2 bis S6 des Verfahrens gemäß Fig. 3. Das vorliegende Verfahren ist lediglich dahingehend modifiziert, daß im Schritt S6 die gesamte oder ein Teil der für den Betrieb der elektrischen Maschine 4 benötigten Energie aus dem Kondensatorspeicher 10 stammt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors (1), wobei:
  - die Kurbelwelle (2) des Verbrennungsmotors (1) mindestens auf eine zum Anspringen des Verbrennungsmotors (1) notwendige Drehzahl (Startdrehzahl) beschleunigt wird,
  - hierfür eine elektrische Maschine (4) verwendet wird, deren Rotor (5) direkt oder über eine dazwischengeschaltete Übersetzung auf die Kurbelwelle (2) einwirkt, dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Kurbelwelle (2) mit Hilfe der elektrischen Maschine (4) für den Startvorgang in einen vorgegebenen Kurbelwinkel (Startwinkel) gebracht wird, und
  - der Verbrennungsmotor (1) aus diesem Startwinkel heraus gestartet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Startwinkel derjenige Kurbelwinkel gewählt wird, bei welchem das Startmoment verringert ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Viertaktverbrennungsmotor der Startwinkel am Ende des Verdichtungsaktes, vorzugsweise in einem Bereich unmittelbar nach dem oberen Totpunkt, gewählt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Startwinkel derjenige Kurbelwinkel gewählt wird, bei welchem die Startdauer verringert ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Viertaktverbrennungsmotor mit Saugrohreinspritzung der Startwinkel zu Beginn des Ansaugtaktes gewählt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Viertaktverbrennungsmotor mit Direkteinspritzung der Startwinkel am Ende des Ansaugtaktes gewählt wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Mehrzylinder-verbrennungsmotor der Startwinkel mit Rücksicht darauf gewählt wird, welcher der mehreren Zylinder zuerst gezündet wird.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Startwinkel bei oder unmittelbar nach Abschalten des Verbrennungsmotors selbsttätig eingestellt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Startwinkel kurz vor Beginn des Startvorganges selbsttätig eingestellt wird.
10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kurbelwinkel des Verbrennungsmotors (1) aus der Winkelstellung des Rotors (5) der elektrischen Maschine (4) abgeleitet wird.
11. Startersystem für einen Verbrennungsmotor (1), mit:
  - einer elektrischen Maschine (4), deren Rotor

(5) direkt oder über eine dazwischengeschaltete Übersetzung mit der Kurbelwelle (2) des Verbrennungsmotors (1) verbunden ist, um die Kurbelwelle (2) mindestens auf eine zum Anspringen des Verbrennungsmotors (1) notwendige Drehzahl (Startdrehzahl) zu beschleunigen,

– Mittel zum Erfassen und/oder Ableiten des Kurbelwinkels des Verbrennungsmotors (1), gekennzeichnet durch

– eine Steuerungseinrichtung (11), welche die elektrische Maschine (4) so steuert, daß die Kurbelwelle (2) für den Startvorgang in einen vorgegebenen Kurbelwinkel (Startwinkel) gebracht wird.

12. Startersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungseinrichtung (11) die Rotorkurbelwinkelerfassung der elektrischen Maschine (4) verwendet, um den Kurbelwinkel des Verbrennungsmotors (1) abzuleiten.

13. Startersystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß dem Rotor (5) der elektrischen Maschine (4) ein integrierter Drehwinkelsensor zugeordnet ist.

14. Startersystem nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor (1) ein Viertakt-Diesel- oder Ottomotor mit Saugrohreinspritzung oder mit Direkteinspritzung ist, der für die Verwendung in Personenkraftfahrzeugen ausgelegt ist.

15. Startersystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzung und Zündung des Kraftstoffes in den Brennraum des Verbrennungsmotors (1) erst nach Erreichen der Startdrehzahl erfolgt.

16. Startersystem nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (4) als Starter/Generator ausgebildet ist.

17. Startersystem nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (4) eine wechselrichtergesteuerte Drehstrommaschine ist.

18. Startersystem nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Starten erforderliche Energie zumindest teilweise einem Kondensatorspeicher (10) entnommen wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

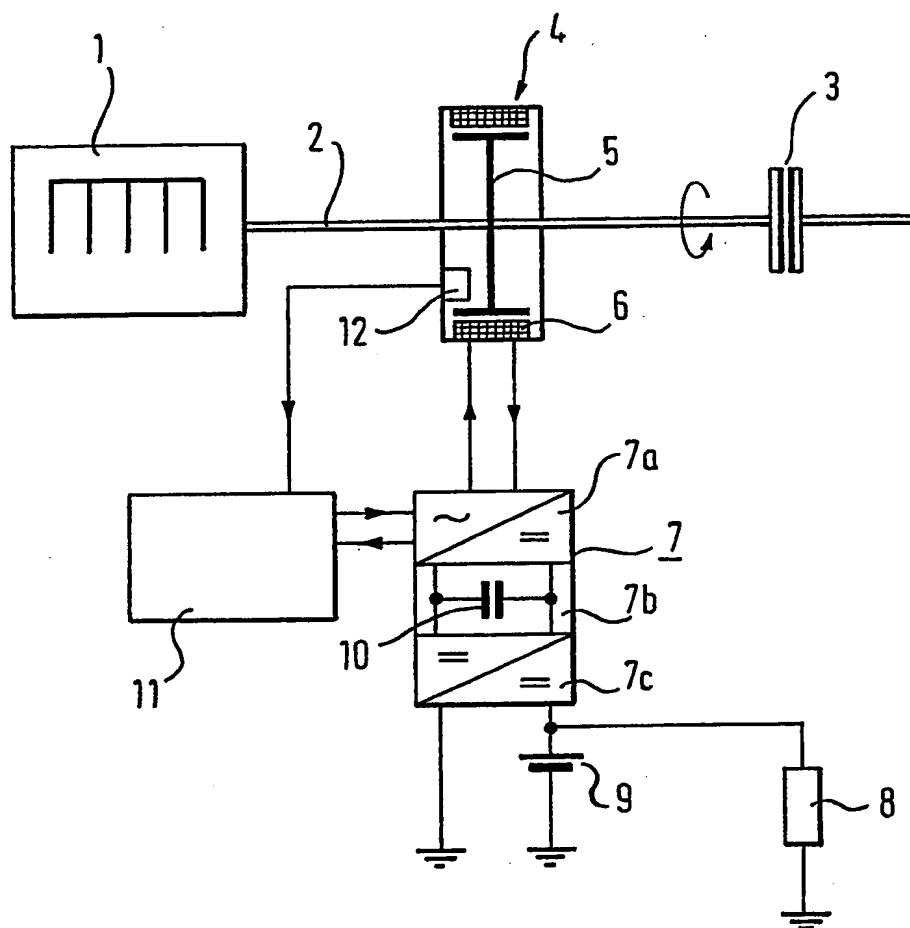


Fig. 2

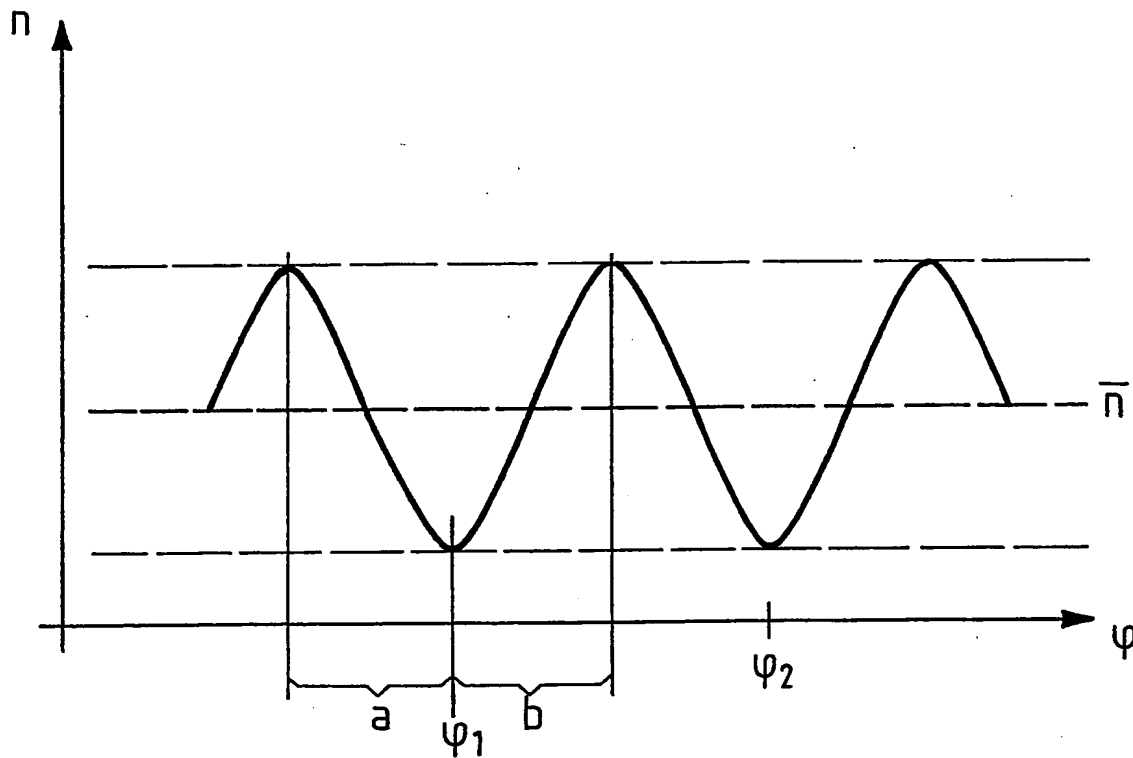


Fig. 3

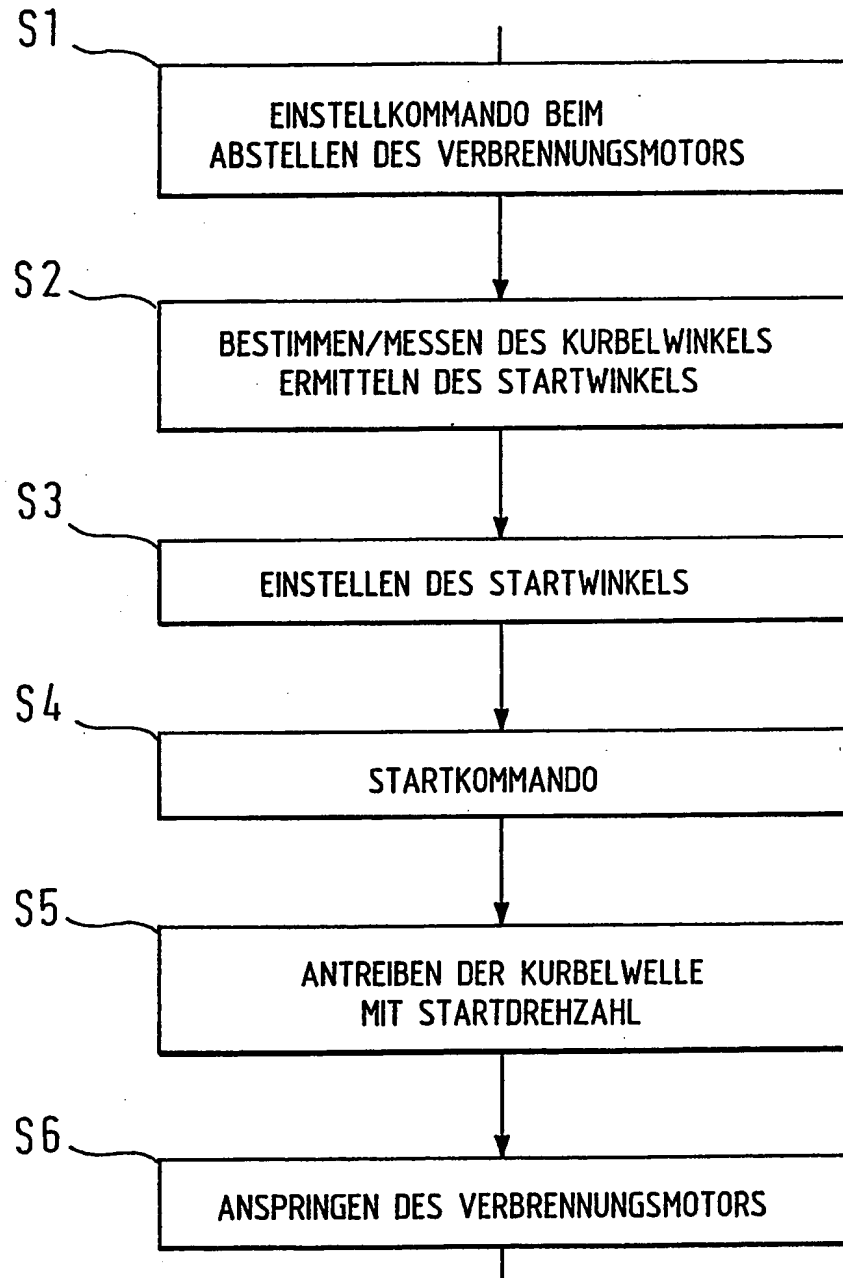
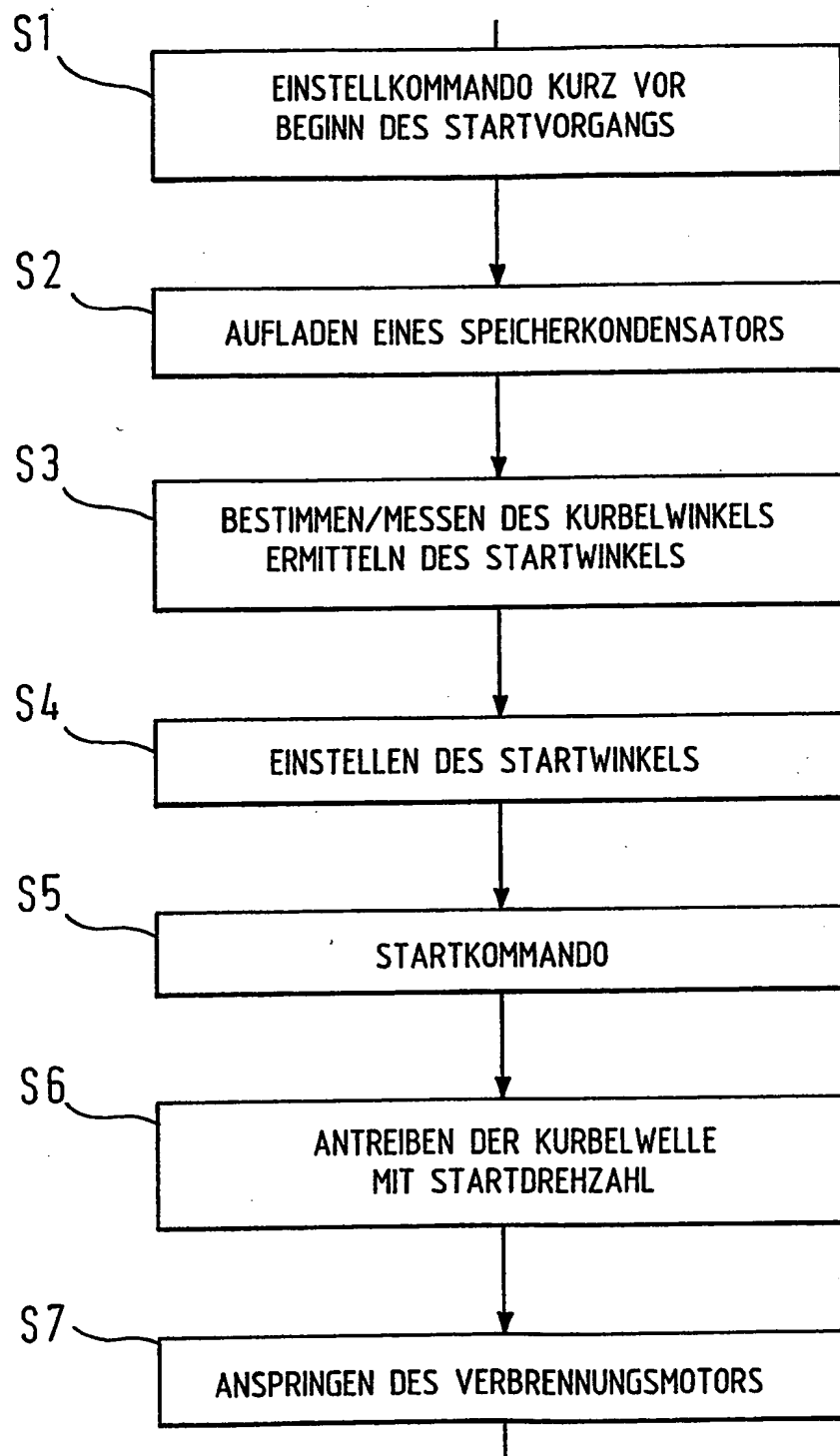


Fig. 4



T S1/9

1/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012785686 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1999-591912/ 199951

XRPX Acc No: N99-436637

**Method for starting motor vehicle IC engine**

Patent Assignee: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (BAYM ); ISAD ELECTRONIC  
SYSTEMS GMBH & CO KG (ISAD-N); CONTINENTAL ISAD ELECTRONIC SYSTEMS GMBH  
(CTIS-N)

Inventor: PELS T; ROSSKOPF F

Number of Countries: 020 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19817497	A1	19991028	DE 1017497	A	19980420	199951 B
WO 9954621	A1	19991028	WO 99EP2219	A	19990331	199953
EP 1073842	A1	20010207	EP 99917937	A	19990331	200109
			WO 99EP2219	A	19990331	
JP 2002512342	W	20020423	WO 99EP2219	A	19990331	200243
			JP 2000544935	A	19990331	
US 6453863	B1	20020924	WO 99EP2219	A	19990331	200266
			US 2000693197	A	20001020	
EP 1073842	B1	20021106	EP 99917937	A	19990331	200281
			WO 99EP2219	A	19990331	
DE 59903321	G	20021212	DE 503321	A	19990331	200282
			EP 99917937	A	19990331	
			WO 99EP2219	A	19990331	

Priority Applications (No Type Date): DE 1017497 A 19980420

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19817497	A1		9	F02N-011/00	
WO 9954621	A1 G			F02N-017/08	
Designated States (National): JP US					
Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE					
EP 1073842	A1 G			F02N-017/08	Based on patent WO 9954621
Designated States (Regional): DE ES FR GB IT					
JP 2002512342	W		25	F02N-011/08	Based on patent WO 9954621
US 6453863	B1			F02N-011/08	Cont of application WO 99EP2219
EP 1073842	B1 G			F02N-017/08	Based on patent WO 9954621
Designated States (Regional): DE ES FR GB IT					
DE 59903321	G			F02N-017/08	Based on patent EP 1073842
Based on patent WO 9954621					

Abstract (Basic): DE 19817497 A1

NOVELTY - The method involves using a starter (4) with a rotor (5) which is coupled directly or through gears, to the engine crankshaft (2). When, or shortly after the ignition is switched off, a controller (11) operates the starter to set the crankshaft at an angle at which the cylinder compression offers least resistance when the engine is restarted. A sensor (12) monitors the crankshaft angle.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for a system for starting an IC engine.

USE - For use with private cars.

ADVANTAGE - Reduces battery loading, thereby enabling smaller capacity batteries to be used.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic representation of the starter system for the IC engine.

crankshaft (2)

starter (4)



rotor (5)  
controller (11)  
sensor (12)  
pp; 9 DwgNo 1/4

Title Terms: METHOD; START; MOTOR; VEHICLE; IC; ENGINE

Derwent Class: Q54; X22

International Patent Class (Main): F02N-011/00; F02N-011/08; F02N-017/08

International Patent Class (Additional): F02N-011/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A01

?